Lane Medical Library

Aus dem Institut für gerichtl. Medizin der Universität Heidelberg
(Vorstand: Prof. Dr. W. Schwarzacher)

Wirkung von Kalkzusatz auf den Fäulnisvorgang im Erdgrab

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

einer

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Ruprecht-Karls-Universität zu Heidelberg

vorgelegt von

Fritz Simons

1935

Druck: Buchdruckerei August Lippl, Heidelberg

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Heidelberg.

Dekan:
Prof. Dr. C. Schneider

Referent:
Prof. Dr. W. Schwarzacher

1935

Der Fäulnisvorgang ist ein komplizierter Prozeß, dessen Einzelheiten noch lange nicht geklärt sind. Im ganzen gesehen, ist der mortale Vorgang ein physikalisch-chemisch-biologischer Prozeß. Der Ablauf dieses Vorganges ist in der Art und Weise wechselnd und an verschiedene Bedingungen geknüpft. Einmal darin begründet, daß innere Fäulnisverhältnisse gegeben sind durch Ernährungszustand, Fett-, Blutgehalt, Anwesenheit oder Fehlen von Bakterien, Todesart und Alter. Zum anderen sind die Vorgänge in äußeren Verhältnisssen zu suchen, in welcher Umgebung, ob in der Erde, an der Luft oder im Wasser sich der Prozeß abwickelt. Nach Angaben von Casper[1]) gehen die Verfallserscheinungen

an der Luft 8 mal,
im Wasser 4 mal

so schnell vor sich wie im Erdgrab. Hierher gehören weiterhin Temperatur- und Feuchtigkeitseinflüsse, die sich besonders in Hinsicht auf die Geschwindigkeit des Fäulnisvorganges geltend machen. Eventuell können außerdem Insekten und mechanische Einwirkungen von Bedeutung sein.

Der physikalische Anteil des Fäulnisvorganges liegt im Stillstand der Wärmebildung, im Auftreten von gelösten Stoffen, die zur Durchtränkung führen und sich innerhalb und außerhalb des Kadavers ansammeln. Von diesem physikalischen Geschehen kaum zu trennen ist die chemische Umsetzung der Gewebe, hervorgerufen durch autolytische Fermente, die durch unspezifische Reizkörper aktiviert werden[6]). Ferner treten in stärkerem Maße biologische Fäulnis- und Verwesungserscheinungen auf, die unter Einwirkung von Bakterien vonstatten gehen und öfters den autolytischen Vorgang überdecken.

Der Endeffekt der Zersetzungserscheinung ist ein Abbau von hochwertig zusammengesetzten organischen Verbindungen zu einfachen Endprodukten, die vorwiegend aus H, O, C und N bestehen. Justus von Liebig hat, wie Kratter[3]) berichtet, erkannt, daß die Zersetzung nicht einheitlich verläuft. Wasserstoffverbindungeen als Endglieder der Zersetzung nennt er eine Art trockene Destillation, die sog. Fäulnis in Verbindung mit stinkendem Geruch, wogegen er die Entstehung der Sauerstoffendglieder eine Oxydation oder Verbrennung als Verwesung ohne Begleiterscheinung von Geruch bezeichnet. Fäulnis tritt ein bei O Mangel und H Reichtum und Verwesung bei O Reichtum und H Mangel. Jedoch sind beide Vorgänge in buntem Wechsel so aneinander gekoppelt, daß eine Trennung der Prozesse unmöglich erscheint. Bei hohem Wassergehalt der Gewebe und großen Mengen von

Körperflüssigkeiten beginnt jede Zersetzung mit Fäulnis und unterhält den Vorgang. Erst an zweiter Stelle kommt die Verwesung als Hauptzersetzungsanteil in Frage, deren Abhängigkeit in der Luftzufuhr und in der fäulnishemmenden oder fäulnisfördernden Bodenbeschaffenheit Erklärung findet. Ich will hier nicht weiter auf die Differenzierung von Fäulnis und Verwesung eingehen, sondern möchte den Fäulnis-Verwesungsbegriff synonym im Sinne von Zersetzung post mortem anwenden, indem ich mich auf den Begriff Fäulnis beschränke.

Im folgenden sollen die Beobachtungen an in gelöschtem Kalk $Ca(OH)_2$ begrabenen Kaninchen behandelt werden unter Berücksichtigung des Fäulnisverlaufs in verschiedenen Zeitphasen. Bisher sind nur Ergebnisse über den Einfluß von ungelöschtem Kalk bekannt. Kurt Weiß[7]) berichtet, daß Stoffgewebe, Haare, Fleisch und schwächere Knochen sehr bald nach 6 Monaten durch die beim Löschen des ungelöschten Kalks entstehende Hitze und ätzende Wirkung verfallen.

Bei meinem Versuch, den ich am 25. 7. 1934 anstellte, bettete ich 3 Kaninchen in ein Kalkbett. Die Grube von 1 m Tiefe, 1,35 m Länge und 0,65 m Breite wurde mit einer 10 cm dicken Kalkschicht angefüllt. Darauf lagerte ich die Kaninchen mit der Nr. I, II, III. Alsdann überschüttete ich sie mit einer Kalkschicht von wiederum 10 cm Dicke. Die darüber geschaufelte Erde war infolge der trockenen, heißen Jahreszeit porös, für Luft, Wasser und Temperatur gut durchlässig. Als Kontrollversuch kam unter denselben Tiefenverhältnissen ein Kaninchen mit der Nr. IV in nackte Erde.

In der Folgezeit war das Wetter durch Trockenheit und Hitze ausgezeichnet. Erst im Herbst setzten einige Regenperioden ein, die sich aber in einer Tiefe von über 30 cm kaum bemerkbar machten. Unter diesen Umständen fand die

erste Ausgrabung am 14. 11. 34 in trockenem Erdboden statt;

die zweite Ausgrabung am 15. 1. 35 stand im Zeichen der nassen Witterung,

und die dritte Ausgrabung am 19. 3. 35 stand wieder unter etwas trockeneren Verhältnissen.

Bei der Betrachtung des Kalkbettes zeigte sich eine kompakte Kalkkruste, die mit den Kaninchen fest verbacken und verbunden war. Die Kalkdecke konnte nur mit Mühe losgelöst werden, wobei das Kaninchenfell oder, besser gesagt, nur die Haare fest am Kalk haften blieben. Nach der ersten Ausgrabung trug der Kalk, der nur gewalttätig zur Zerstückelung gebracht werden konnte, einen verbackenen und trockenen Charakter.

In der folgenden Herbst- und Winterzeit nahm der Kalk an Feuchtigkeit zu und schien schon nach der zweiten Ausgrabung an Wirkung verloren zu haben. Ob der Kalk nun eine Veränderung durch eine eventuell stattgefundene Diffusion von den Ka-

davern aus erfahren hatte, brachte die Anregung, den Kalk näher zu untersuchen.

Aus der chemischen Untersuchung der kalkigen Krusten kam man kurz zusammengefaßt zu folgendem Ergebnis:

Erster Versuch. Gelöschter Kalk $Ca(OH)_2$ war noch wasserlöslich. Eine Spur ging in Lösung. Schwach alkalische Reaktion.

Zweiter Versuch. Kalkkrusten + H C 1 zeigte durch Schaumbildung das Vorhandensein eines Karbonats an. Nach Verdünnung mit H_2O Filtration und Zusatz von Barytwasser stellte sich keine Trübung ein, d. h. es war kein S vorhanden.

Dritter Versuch. Kalkkrusten + Diphenylanin + H_2SO_4 ergab Blaufärbung und brachte so den Beweis für die Anwesenheit eines Nitrits.

Vierter Versuch. Kalkkrusten zum Glühen gebracht. Es entstand Calciumoxyd Ca O. Bei Wasserzusatz entwickelte sich Wärme.

Nach der zweiten Ausgrabung konnte ich im Versuch 3 eine Spur S und in einem weiteren Versuch P nachweisen, indem ich Kalkkrusten und H_2O filtrierte und Ag NO^3 zusetzte. Die gelbe Farbe zeigte mir P an.

C 1 konnte in den Kalkkrusten nicht nachgewiesen werden.

Bei der weiteren Untersuchung des Fäulnisvorgangs sind die Gewichte der im Kalk gebetteten Tiere mit dem Kontrolltier verglichen worden. Die verhältnismäßig jungen Tiere befanden sich in normalem Ernährungs- und Kräftezustand und hatten ein Durchschnittsgewicht von 2,45 kg. Näheres ist der Tabelle zu entnehmen.

Kaninchen	Anfangsgewicht in kg	1. Ausgrabung in kg	2. Ausgrabung in kg	3. Ausgrabung in kg	Differenz	Differenz im Mittel
Nr. I	2,4	1,9			0,5	
Nr. II	2,1		1,7		0,4	0,6
Nr. III	2,6			1,8	0,8	
Nr. IV	2,8	1,7	1,6	1,3	1,1	
					1,2	1,3
					1,5	

Die Tabelle läßt deutlich eine Verlangsamung der Gewichtsabnahme der in Kalk vergrabenen Tiere um rund 50% erkennen. Die Gewichte der Tiere sind nicht ganz genau zu nehmen, weil

der den Kaninchen anhaftende Kalk bzw. die anhaftende Erde zu den verschiedenen Ausgrabungszeiten verschiedenen Feuchtigkeitsgrad besaß.

Bei der Betrachtung des in Kalk begrabenen Tieres Nr. I ließ sich makroskopisch kaum eine Veränderung feststellen. An einzelnen Stellen schaute die enthaarte Haut durch, was auf die starke Anheftung der Haare am Kalk zurückzuführen war. Ein Fäulnisgeruch machte sich nicht bemerkbar. Kopf, Hals, Rumpf mit verschlossener Leibeshöhle und Läufe bildeten in ihrer Gestalt ein nur wenig verändertes Aussehen. Danach lag hier eine Art Mumifikation vor. Sämtliche inneren Organe boten ein gut erhaltenes Bild, das auf die konservierende Wirkung des Kalkes zurückzuführen war. In den Geweben fand sich reichlich Flüssigkeit, was an dem guten Turgor der Muskulatur feststellbar war. Nur wenig Flüssigkeit war nach außen diffundiert. Die Organe trugen bis auf die gelbliche linke Lunge eine tief rotbraune Farbe. In der linken Nierenkapsel bemerkte man eine Gasblase. Der Magendarmtraktus zeigte ebenfalls ein anschauliches Bild von Mumifikation[2]). Muskulatur, Sehnen, Krallen, Fascien, Schleimhäute und Drüsen waren desgleichen gut erhalten. Die äußere Haut war zäh, lederartig und dunkel verfärbt.

Ganz anders dagegen schaute das Bild des Kontrollversuche des in nackter Erde begrabenen Tieres aus. Schon der typische Fäulnisgeruch von Indol, H_2S bestätigten den bereits eingetretenen Fäulnisvorgang. Während oben von den Zeichen der Trockenheit an der Oberfläche des Tieres geredet wurde, so kam hier die Feuchtigkeit charakteristisch zum Vorschein. Makroskopisch waren Körperform und Körperinhalt verändert. Die gut erhaltenen Haare waren von der Haut abstreifbar, Epidermis und Corium selbst schmierig. Die Löffel rissen beim Herausnehmen ab. Schädel und Leibeshöhle waren eröffnet und die Orbita trug nur noch Reste von den Augenhäuten. An den Halsorganen und am Rückenmark machten sich schon breiige Massen, Anfänge von Adipocirebildung, bemerkbar. Die inneren Organe zeigten eine braunschwärzliche Farbe. Muskulatur und Fettgewebe ergaben eine tief gelbliche, leichenwachsähnliche Masse. Dieses Aussehen kam durch Bildung von Ammonium-, Calcium- und Magnesiumseifen zustande[5]). Die Läufe waren alle bis auf die Oberschenkel exartikuliert. An den Knochen der Extremitäten hafteten nur noch Reste von Muskulatur. Sehnen, Fascien und Krallen waren noch in anatomischem Zusammenhang, so daß beim Zug an der Sehne die Gelenke passiv bewegbar waren.

Nach der zweiten Ausgrabung hatte die Mumifikation stark nachgelassen, was der größeren Feuchtigkeit von außen zuzuschreiben war. Das Fell klebte nicht mehr so fest mit dem Kalk zusammen. Es fiel besonders die Elastizität, leder- und gummiartige Beschaffenheit der teilweise durchlöcherten Haut auf. Körperform und Inhalt boten immerhin noch das Bild eines

nicht allzu stark der Fäulnis verfallenen Tieres. Dieser Zustand konnte man ungefähr mit dem Tier Nr. IV nach der ersten Ausgrabung vergleichen. Schädel- und Leibeshöhle waren eröffnet. An der Leber fanden sich Tyrosinkristalle. Die Herkunft dieser Kristalle war nach Straßmann[6]) vielleicht durch autolytische Vorgänge zu erklären. Von der Muskulatur traten noch beachtliche Reste zutage. Sehnen, Bänder und Kapseln der Gelenke hatten ihren anatomischen Zusammenhang nicht verloren. Eine leichte Adipocirebildung war bereits eingetreten.

Das Kontrolltier zeigte ein Bild von starker Adipocirebildung. Ueberall im Körper hatte sich eine käsige, breiige Masse abgesetzt. Die Schädelknochen fielen teilweise auseinander. Selbst Fascien, Bänder und Reste von Darmteilen waren nicht mehr zugkräftig. Die stark durchlöcherte Haut hing in Fetzen. Als unverändert galten eigentlich nur noch Haare, Zähne und Knochenteile.

Die dritte Ausgrabung stand wieder stärker unter dem Zeichen der Mumifikation. Der Fäulnisvorgang am zuletzt ausgegrabenen Kadaver Nr. III war im Vergleich zur zweiten Ausgrabung verhältnismäßig langsam vonstatten gegangen. Die Haare ließen sich ohne Mühe von der Haut abheben. Der Gestalt nach war dieser Zustand ein einheitlicheres Bild als das vom Versuchstier Nr. II. Der leicht gespaltene Schädel gestattete bei näherer Untersuchung einen Blick in den Rückenmarkskanal, der einen schleimig-gelbbraunen Belag trug, ein Zeichen von beginnender Adipocirebildung. Die Orbita zeigte noch die Augenhäute. Der Glaskörper war entleert. Muskulatur des Kopfes trat nicht mehr zutage, jedoch konnte das Kiefergelenk durch den anatomischen Zusammenhang der Fascien und Bänder passiv bewegt werden. Der Hals, die Brust- und Bauchhöhle waren verschlossen. Bemerkenswerter Weise tauchte ein übel stechender Geruch beim Eröffnen der Brust- und Leibeshöhle auf. Am besten kam die Mumifikation bei der noch leicht durchtränkten Intercostalmuskulatur mit roter Farbe zum Vorschein. Daraus war zu schließen, daß die tiefer gelegenen Muskeln später der Fäulnis verfallen und der Vorgang von der Oberfläche nach der Tiefe fortschreitet[1]). Die Rippen standen mit der Wirbelsäule in fester Verbindung. Die Lungen hatten bis 80% ihres Volumens verloren. In einem kleineren Darmabschnitt befand sich etwas Flüssigkeit. Im übrigen war der Darm zerreißlich. In diesem vorgeschrittenen Fäulnisstadium war der ganze Organismus in seinen einzelnen Teilen zerreißlich, brüchig und breiig. Ein Hinterlauf ließ allerdings noch einen anatomischen Zusammenhang der Gelenke erkennen.

Bei der letzten Betrachtung des in nackter Erde begrabenen Kaninchens konnte weder in der äußeren Gestalt noch im Körperinhalt eine Aehnlichkeit mit einem Kaninchen festgestellt werden. Der Kopf bot Reste und war vom Rumpf losgelöst, jedoch die Knochen, Haare und Zähne selbst waren gut erhalten. In der

Brust- und Bauchhöhle fehlte jede Orientierung. Zu erkennen waren bloß noch kümmerliche Darmreste und Darminhalt.

Außer diesen makroskopischen Untersuchungen des Fäulnisvorgangs wurden noch mikroskopische Versuche angestellt unter besonderer Berücksichtigung der Zell- und Kernfärbungen einiger innerer Organe der in Kalk gebetteten Tiere. Die Gefrierschnitte mit Hämatoxylin ließen, kurz zusammengefaßt, folgendes erkenn:

An der Leber einzelne Zellen und Zellhaufen, ferner strangartige Gebilde. Nach der zweiten Ausgrabung feine Blasen und einzelne Kerne. Nach der dritten Ausgrabung diffus violett gefärbte Andeutungen von Kernen.

An der linken Lunge keine Alveolen mehr. An der rechten Lunge typisch Alveolen und Alveolengänge, Epithel, Knorpel und glatte Muskeln an den Bronchien. Bei den folgenden Ausgrabungen nur noch ganz schwache Anzeichen von Kernen. An den Nieren Nierenparenchym, gebildet von den tubuli renis mit interstitiellem Bindegewebe. Nach der zweiten Ausgrabung einige Kanälchen, grobe Gerüste und nach der letzten Untersuchung eine ganz schlechte Kernfärbung.

Am Herzen Muskelbündel von quergestreifter Muskulatur, die untereinander in Verbindung standen.

Am Magen Schleimhaut, hohes Epithel und Kerntrümmer der muskularis.

Am Darm nach der letzten Ausgrabung eine diffuse Färbung ohne feinere Struktur von Zellen.

An der Trachea Kerne der Muskulatur, Knorpelzellen und Schleimdrüsen.

Somit waren die Untersuchungen des Fäulnisvorganges im allgemeinen beendet und abschließend konnte festgestellt werden, daß der gelöschte Kalk eine fäulnishemmende, mumifizierende Wirkung besaß. Makroskopisch wurde bewiesen, daß der Kalk die Gewichtsabnahme der Kadaver um 50% verzögerte. Die mikroskopische Untersuchung war anfänglich ergebnisreich und ließ erst nach der letzten Ausgrabung, also nach $^3/_4$ Jahren, kein klares Bild im Aufbau von Zellen erkennen. Die angestellten Versuche haben eine gewisse Bedeutung für die praktische Aufgabe der gerichtlichen Medizin mit dem Ergebnis, daß der gelöschte Kalk eine hemmende Wirkung, eine Mumifikation auf den Fäulnisvorgang im Erdgrab ausübt.

Am Schlusse meiner Arbeit möchte ich es nicht unterlassen, Herrn Prof. Schwarzacher für die freundliche Ueberlassung des Themas, seine gütige Mitarbeit und die Uebernahme des Referates meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Literaturverzeichnis.

1) Casper-Limann: Handbuch für gerichtl. Medizin, 8. Auflage **2**, 36 (1889).

2) Hoffmann-Haberda: Die Leichenerscheinung. Lehrbuch der ger. Med., 11. Aufl., S. 1022 ff. (1927).

3) Kratter J.: Die Erdbestattung. Handbuch der Hygiene, Bd. 2, S. 147/148 ff. (1912).

4) Derselbe: Fettwachsbildung, Handbuch der Hygiene. Bd. 2, S. 160 ff. (1912).

5) Marx-Prag: Ueber eine eigentümliche Leichenveränderung. Vierteljahresschrift f. ger. Med. Bd. 47, 1. Supplement, S. 2 ff. (1914).

6) Straßmann G.: Ueber Leichenveränderung, autolytische Fäulnis- und Verwesungsvorgänge. Dt. Ztschr. für ger. Med. Bd. 3, S. 359 ff. (1924).

7) Weiß K.: Die kriminalistische Bedeutung des Kalks als Vernichtungsmittel. Groß-Archiv, Bd. 39, S. 140 (1910) und Bd. 49, S. 181 (1912).

Lebenslauf.

Ich, Fritz Simons, wurde als Sohn des Gutsbesitzers Hugo Simons und seiner Ehefrau Anna geb. Peltzer am 5. März 1910 zu Röbershof, Post Kelzenberg, Grevenbroich-Land, Rhld., geboren.

Nach Besuch der Volksschule zu Kelzenberg und des Realgmnasiums zu Rheydt legte ich im März 1930 die Reifeprüfung ab. Die ersten 4 Semester verbrachte ich in Freiburg i. Brsg. zum Zwecke des medizinischen Studiums. Im 5. Semester besuchte ich die Universität Heidelberg und bestand dort im Sommersemester 1932 die ärztliche Vorprüfung. Nach Besuch der Universitäten München, Rostock, Berlin kehrte ich zum 9. Semester bis einschließlich 11. Semester nach Heidelberg zurück.

Im Herbst 1935 bestand ich mein medizinisches Staatsexamen in Heidelberg.